(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 636 472**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **88 12347**

(51) Int Cl⁵ : H 01 L 21/306; C 01 B 33/06.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 9 septembre 1988.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande** : BOPI « Brevets » n° 11 du 16 mars 1990.

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

(71) **Demandeur(s)** : *ETAT FRANCAIS, représenté par le Ministre des Postes, Télécommunications et de l'Espace (Centre National d'Etudes des Télécommunications).* — FR.

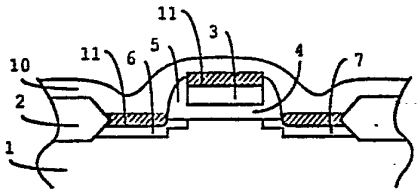
(72) **Inventeur(s)** : Joaquim Torres ; Jean Palleau ; Noureddine Bourhila.

(73) **Titulaire(s)** :

(74) **Mandataire(s)** : Michel de Beaumont, Cabinet Conseil.

(54) Procédé de formation autoalignée de siliciure de tungstène.

(57) La présente invention concerne un procédé de formation localisée de siliciure de tungstène ou de molybdène sur des régions apparentes de silicium 6 d'une face d'une plaquette de silicium 1 comportant également des régions oxydées 2 comprenant les étapes consistant à revêtir uniformément la plaquette d'une couche de tungstène ou de molybdène 10 et à recuire à une température de l'ordre de 700 °C à 1000 °C. L'étape de recuit est effectuée en présence d'un gaz à faible pression formant avec le tungstène ou le molybdène un composé chimique. Ce procédé comprend ensuite l'étape d'élimination par attaque sélective dudit composé.



FR 2 636 472 - A1

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

PROCÉDÉ DE FORMATION AUTOALIGNÉE DE SILICIURE DE TUNGSTÈNE

Dans certaines techniques actuelles de fabrication de circuits intégrés, on souhaite transformer des surfaces apparentes de silicium en siliciure d'un métal réfractaire ; par exemple, dans le cas de transistors MOS, on peut souhaiter réaliser cette opération à la surface des zones de grille en silicium polycristallin et des zones de drain et de source qui sont des régions dopées dans un substrat de silicium monocristallin.

Un procédé classique pour réaliser cette opération va être décrit ci-après en relation avec les figures 1 à 4 dans le cas où le métal réfractaire est du tungstène.

La figure 1 représente une vue en coupe schématique d'une structure de transistor MOS à un stade intermédiaire de fabrication. La structure de la figure 1 est formée dans un substrat de silicium 1, dans une zone délimitée par des régions d'oxyde épais 2.

Le transistor MOS comprend une grille en silicium polycristallin 3 formée sur une couche d'oxyde de grille 4. Les bords de la grille sont isolés par une couche d'oxyde couramment appelée espaceur 5. Le drain et la source, 6 et 7, présentent dans la figure 1 une structure étagée du fait qu'ils sont formés en deux étapes, une première étape où c'est la région d'oxyde épais et la grille elle-même qui sert le masque et une deuxième étape dans laquelle c'est la grille élargie par les espaceurs qui sert de masque.

Si, à ce stade de la fabrication, on veut former une couche de siliciure de tungstène à la surface de la grille, de la source et du drain, on dépose uniformément une couche de tungstène 10 (figure 2) par exemple par pulvérisation cathodique. On procède ensuite à un traitement thermique entre 700 et 1000°C d'où il résulte que le tungstène réagit avec les surfaces apparentes de silicium pour former un siliciure de tungstène WSi_2, désigné par la référence 11 en figure 3. Ce traitement thermique est réalisé sous vide ou dans une athmosphère neutre vis à vis du tungstène.

Après cela, comme le représente la figure 4, on élimine par attaque sélective la couche de tungstène.

Ce procédé classique est intéressant puisqu'il n'utilise que des étapes simples à savoir un dépôt métallique uniforme, et qu'aucune étape de lithographie n'est nécessaire pour positionner le siliciure de tungstène.

Néanmoins, ce procédé est mal adapté au cas où les structures sont de très petites dimensions (dimension minimale inférieure au micromètre). En effet, l'extension, et notamment l'extension latérale, des régions de WSi_2 dépend du temps de recuit qui doit être contrôlé avec une grande précision. De plus, l'existence de petites zones d'oxyde natif sur les zones de silicium théoriquement dénudées entraîne une épaisseur inhomogène de la couche de siliciure de tungstène, le tungstène ne réagissant pas avec SiO_2, et, si l'on prolonge la réaction pour pallier cette difficulté, on accroît indûment l'extension latérale du siliciure de tungstène.

Les mêmes problèmes existent dans le cas du molybdène. Ils ont été partiellement résolus dans le cas du titane en prévoyant de faire réagir le titane avec de l'azote à pression atmosphérique pendant le recuit. Ce procédé conduit à une étape d'équilibre entre la formation de nitrure de titane et de silicium de titane et permet donc d'obtenir un état de fin de réaction bien défini. Toutefois, ce procédé n'a pas été envisagé pour le molyb-

dène et le tungstène qui ne réagissent pas avec avec N_2 aux températures de recuit. En outre, dans le cas du titane, le procédé, mis en oeuvre sous pression ambiante, conduit à des couches de siliciure de titane plus minces qu'on ne le souhaiterait.

Un objet de la présente invention est de prévoir un procédé de formation localisée de siliciure de tungstène ou de molybdène qui présente les mêmes avantages de simplicité que le procédé de l'art antérieur précédemment exposé en relation avec les figures 1 à 4 sans en présenter les inconvénients.

Pour atteindre cet objet, la présente invention prévoit un procédé de formation localisée de siliciure de tungstène ou de molybdène sur des régions apparentes de silicium d'une face d'une plaquette de silicium comportant également des régions oxydées, comprenant les étapes consistant à revêtir uniformément la plaquette d'une couche de tunsgtène ou de molybdène et à recuire à une température appropriée ; selon ce procédé, l'étape de recuit est effectuée en présence d'un gaz réactif tel que l'oxygène ou un composé de l'azote tel que NH_3. Le recuit est effectué à pression réduite du gaz réactif. Si l'on veut procéder à la pression atmosphérique, le gaz réactif est dilué dans un gaz porteur neutre.

Ces objets, caractéristiques et avantages de la présente invention seront exposés en relation avec les figures 1 à 4, qui ont déjà décrites précédemment dans le cadre de l'exposé de l'art antérieur.

Selon l'invention, on procède d'abord aux étapes amenant à la structure illustrée en figure 2. Toutefois, selon la présente invention, au lieu de procéder à un recuit sous vide ou sous atmosphère neutre on procède à ce recuit en présence d'une atmosphère contenant un gaz susceptible de réagir avec le tungstène tel que l'oxygène ou un composé d'azote se décomposant dans la plage de température concernée pour donner de l'azote atomique, tel que NH_3. Ainsi, pendant le recuit, tandis que le tungstène réagit avec le silicium pour former les couches 11 illustrées en figure 3, ce

tungstène se combine avec l'oxygène ou l'azote pour former un composé du type WO_x ou WN_x.

Un avantage important de l'invention est que, une fois que la couche de tungstène a été complètement transformée, d'une part en WSi_2 d'autre part en WO_x ou WN_x, on arrive à un état d'équilibre qui n'évolue plus même si le recuit se poursuit.

Dans le cas général, la formation du composé WN_x (WO_x) est beaucoup plus rapide que la formation de WSi_2. Par exemple, si l'on opérait à pression ambiante avec de l'oxygène pur ou NH_3 pur, pratiquement toute l'épaisseur de la couche de tungstène serait transformée en WO_x (ou WN_x). Pour arriver à l'obtention d'une épaisseur de WSi_2 choisie à l'avance, on freine la réaction de W avec le gaz de l'atmosphère de recuit (NH_3 ou O_2) ou bien en réduisant la pression de gaz dans l'enceinte de recuit ou bien en diluant le gaz réagissant avec le tungstène dans un gaz neutre si l'on préfère procéder à pression atmosphérique. Dans des réalisations pratiques, on est amené à choisir des pressions partielles inférieures au torr (10^2 pascals). Le réglage de cette pression partielle, et c'est là un des aspects de la présente invention, permet de déterminer l'épaisseur de la couche de siliciure de tungstène que l'on cherche à obtenir. Il en serait de même dans le cas du molybdène et même du titane.

Pour l'étape finale illustrée en figure 4, on pourra prendre tout produit gravant WN_x ou WO_x sélectivement par rapport à SiO_2, Si et WSi_2. Un produit satisfaisant est par exemple le ferricyanure de potassium.

La présente invention est susceptible de nombreuses variantes, notamment en ce qui concerne le gaz permettant de créer un composé avec le tungstène ou le molybdène. Ce peut être un gaz à base d'oxygène tel que de l'oxygène pur ou de l'air, ou un gaz à base d'azote tel que NH_3. Les exemples de l'invention ont plus particulièrement concerné le tungstène mais l'invention s'applique de la même manière au molybdène.

REVENDICATIONS

1. Procédé de formation localisée de siliciure de tungstène ou de molybdène sur des régions apparentes de silicium (6) d'une face d'une plaquette de silicium (1) comportant également des régions oxydées comprenant les étapes consistant à revêtir uniformément la plaquette d'une couche de tunsgtène (10) ou de molybdène et à recuire à une température de l'ordre de 700°C à 1000°C,

caractérisé en ce que l'étape de recuit est effectuée en présence d'un gaz à faible pression formant avec le tungstène ou le molybdène un composé chimique, ce procédé comprenant ensuite l'étape d'élimination par attaque sélective dudit composé.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit gaz est de l'oxygène.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit gaz est un composé de l'azote tel que NH_3 se décomposant dans la plage de température concernée pour donner de l'azote atomique.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que, pendant le recuit, la pression partielle dudit gaz est inférieure à 10^2 pascals.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le recuit est effectué à la pression atmosphérique, ledit gaz étant dilué dans un gaz porteur neutre.

6. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le nitrure ou l'oxyde de tungstène ou de molybdène formé est gravé sélectivement par un ferricyanure.

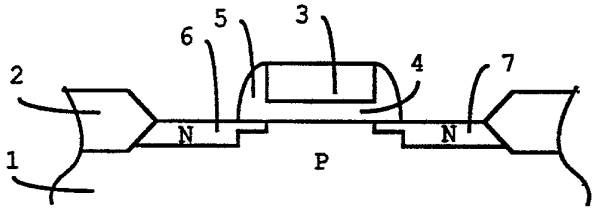


FIGURE 1

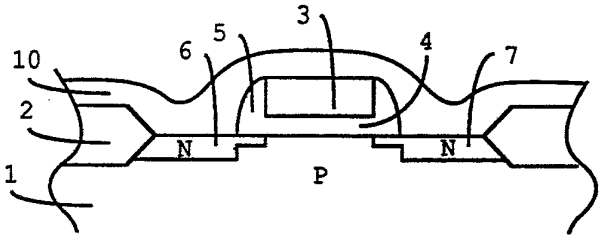


FIGURE 2

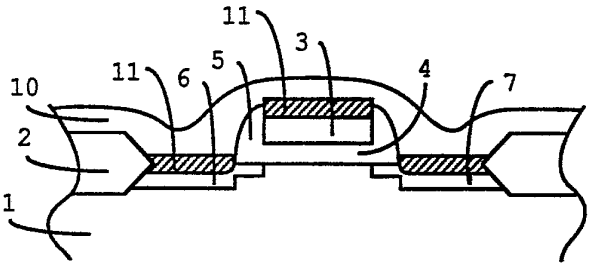


FIGURE 3

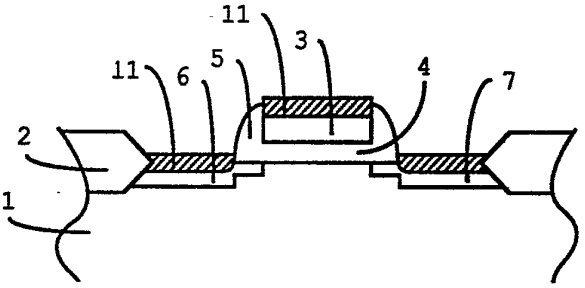


FIGURE 4